

「踏み台昇降運動テストスコアと昇降運動後の心拍数減衰速度との 相関」

スポーツ科学課程 97-236 吉田真悟

I 目的

運動開始に伴う速やかな心拍増加は副交感神経活動の消退によるものであり、運動強度の増加に伴って消退の程度は大きくなり、心拍数は漸増する。また、心拍数が約 120 拍/分以上の中・強度の運動時の心拍増加は主に交感神経活動増加によるものである。一方、運動終了後は、副交感神経の再興奮と交感神経興奮のゆるやかな消退により心拍数は低下し、安静値へ向けて回復する。副交感神経の再興奮は秒単位で速やかに起こり、交感神経興奮の消退は分単位でゆっくり起こるので、運動終了直後の急速な心拍数低下は主に副交感神経再興奮によると考えられている。

そこで本研究では、我が国で一般に採用されている「踏み台昇降運動テスト」でのステップ運動終了後に、定法通りにスコア値を算定すると同時に、同じ運動終了後 30 秒間の心拍数減衰曲線の時定数、 T_{30} を求め、この 2 つの尺度がどのように相関するか、また、我が国で行われている「踏み台昇降運動テスト」スコアは、どのような体力または生理機能を表す指標と考えられるか、について調べた。

II 実験方法

1. 被験者 健康な 10 名の男子大学生を被験者とした。
2. 運動プロトコール

【実験 1—ステップ運動—】

被験者には高さ 40cm の台の昇降運動（ステップ運動）を電子メトロノーム音（120 拍/分）に合わせて、昇り 1 秒、降り 1 秒のリズムで 3 分間行わせた。

【実験 2—漸増負荷運動—】

被験者には安静 2 分後、自転車エルゴメータにて 0W から 30W/分の段階的漸増負荷運動を疲労困憊になるまで行わせた。運動時のペダル回転数は 60rpm とし、被験者にはエルゴメータ前面にある速度計を見ながら、この回

転数を維持するように指示した。

実験 1 と実験 2 は、同じ日に行った。

3. 測定項目

(1) ステップテストスコア

ステップ運動終了後、1 分~1.5 分、2 分~2.5 分、3 分~3.5 分の各時間区分中に含まれる全心拍毎の HR データを平均し、それぞれの時間区分中の平均 HR とし、これを式①に代入して、ステップテストスコアを計算した。

$$\text{ステップテストスコア} = \left[\text{ステップ運動の継続時間 (秒)} \times 100 \right] / \left[\text{各時間区分中の平均 HR の合計} \right] \quad \text{①}$$

(2) T_{30} (運動後の心拍数減衰時定数)

ステップ運動終了直後から 30 秒までに得られた各心拍毎の HR 値を対数変換し ($\ln \text{HR}$ 、 \ln は自然対数)、これと運動後の時間 (t 、秒) との間で指数回帰直線式を求めた (式②)。

$$\ln \text{HR} = a + b t \quad \text{②}$$

t の回帰係数、 b 値を用い、式③に従って、 T_{30} (秒) を計算した。

$$T_{30} = -1 / b \quad \text{③}$$

(3) ピーク酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2\text{peak}}$)

全自動呼吸代謝測定装置を用いて全身の $\dot{V}O_2$ を測定し、疲労困憊に至った時の 1 分間の平均の $\dot{V}O_2$ を求め、これを $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ とした。その際、HR が 180 拍/分以上であった場合は、平均 $\dot{V}O_2$ を $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ とみなした。しかし、HR が 180 拍/分以下であった場合は、漸増負荷運動中に得られた HR とその時の $\dot{V}O_2$ の関係から、HR=180 時の $\dot{V}O_2$ 値を外挿的に求め、これを推定 $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ とした。 $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ は体重の影響を受けるので、本研究では体重当たりの値 ($\text{ml} / \text{min} / \text{kg}$) として表した。

4. 統計処理 各被験者の測定値を用いて、Pearson の単相関係数検定法にて 2 変数間の相関を検定した。なお、検定の有意水準は $p < 0.05$ とし、有意差が認められない場合は ns (non-significance) で表した。

III 結果および考察

(1) T_{30} と $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ との関係

本研究において、 T_{30} と $\dot{V}O_{2peak}$ との相関を調べたが、先行研究^{1,2,3)}の結果とは異なり、両者に相関が無いという結果が得られた(図 1)。先行研究と異なった結果が得られた理由は不明だが、 T_{30} 測定時の運動強度の違い(先行研究では AT レベルの運動、本研究では AT レベル以上の運動)や $\dot{V}O_{2peak}$ の測定の不確かさ(本研究では peak 運動時の HR が 180 拍/分以下の被験者が半数以上であった)が関係していたと考えられる。

(2) ステップテストスコアと T_{30} 値との関係

本研究で行ったステップテストは、AT レベルの運動強度に比べてかなり高かった(ステップ運動終了後の HR は平均 158 拍/分)、ステップ運動後に測定された T_{30} 値は副交感神経活動再興奮の大きさと交感神経活動消退の影響の総合結果であったと考えられた。そこで、ステップ運動終了後 5 秒間の比較的副交感神経再興奮のみが起こっていると考えられた時期の HR 減衰時定数(T_5 とした)を求めた。 T_{30} 、 T_5 のどちらの値ともステップテストスコア値との間に弱い負の相関がみられた(図 2,3)。この結果から、ステップテストスコアは運動後の副交感神経活動再興奮の大きさに多少関連する尺度であると結論した。

(3) ステップ運動終了直前の心拍数とステップテストスコアとの関係

運動時の心拍数増加が大きい者は低いスコアを示す傾向にあった。全身持久力の低い者は、運動強度が同一であっても運動時の心拍レベルが高い傾向にあるので、ステップテストスコアが低値をとるのは当然のことといえる。

(4) ステップテストスコアと $\dot{V}O_{2peak}$ との関係

本研究では両変量間に相関が見られなかった(図 4)ので、「踏み台昇降運動テスト」が全身持久力を表す指標として有用であるという結論は得られなかった。

【参考文献】

- 1) 佐藤秀幸 他：体力研究 80：53—59 (1992)
- 2) 宮本法子 他：呼と循 48：187—192 (2000)
- 3) 山縣孝司 他：日本運動生理学雑誌 7：9—17 (2000)

表 1. 各被験者におけるステップテストスコア、 $\dot{V}O_{2peak}$ 、 T_{30} の結果

被験者	ステップテストスコア	$\dot{V}O_{2peak}$ (ml/min/kg)	T_{30} (sec)
A	73.2	(54.8)	125.3
B	59.2	(52.6)	185.7
C	62.9	(51.9)	143.1
D	54.5	54.0	170.1
E	54.2	(58.2)	136.1
F	52.0	54.4	199.0
G	60.4	56.3	153.9
H	57.3	(57.1)	176.6
I	58.4	60.3	154.8
J	67.7	(47.3)	156.2
平均値 \pm SD	60.0 \pm 6.5	54.7 \pm 3.6	160.1 \pm 22.8

$\dot{V}O_{2peak}$ における (): 推定 $\dot{V}O_{2peak}$

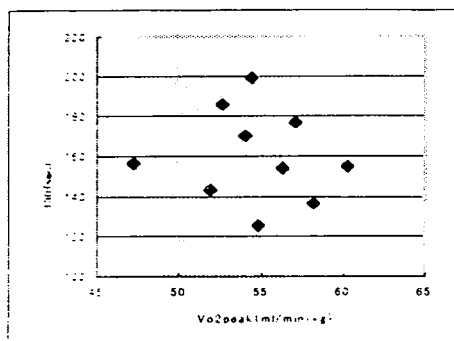


図 1. T_{30} と $\dot{V}O_{2peak}$ との関係

($r = -0.11$ (ns))

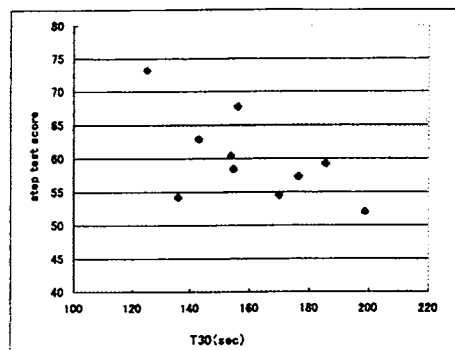


図 2. ステップテストスコアと T_{30} との

関係 ($r = -0.62$ ($0.05 < P < 0.1$))

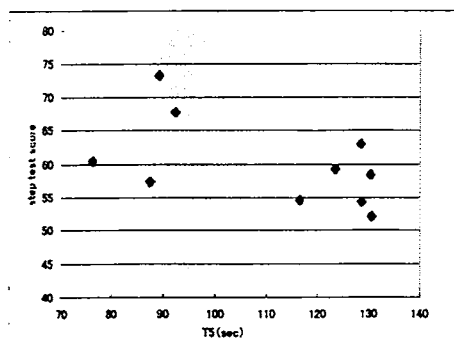


図 3. ステップテストスコアと T_5 との関係

($r = -0.53$ ($p > 0.1$))

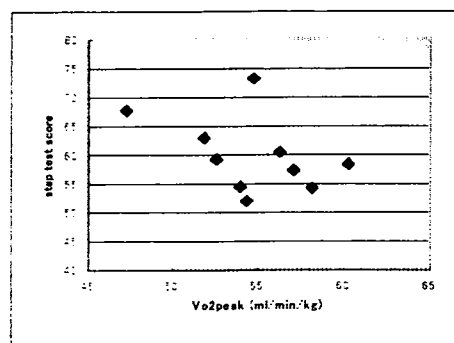


図 4. ステップテストスコアと $\dot{V}O_{2peak}$

との関係 ($r = -0.42$ (ns))